

## 你的 GDP 乾淨嗎？—以二氧化碳排放量為例

楊尚芸、施佳綸

高中生組

大學生組

研究生組

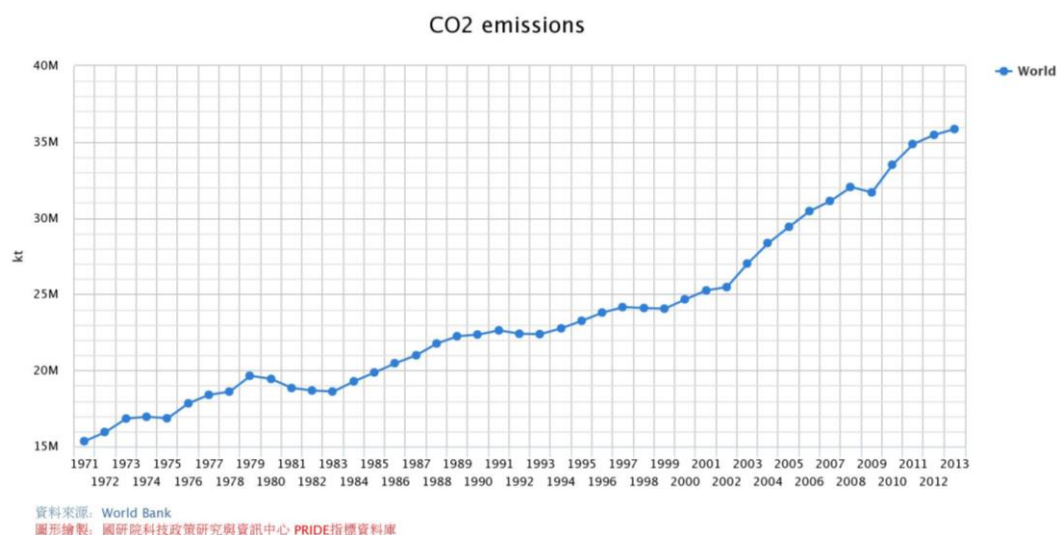
國立政治大學經濟學系碩士

中華民國 107 年 12 月

# 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

## 一、前言

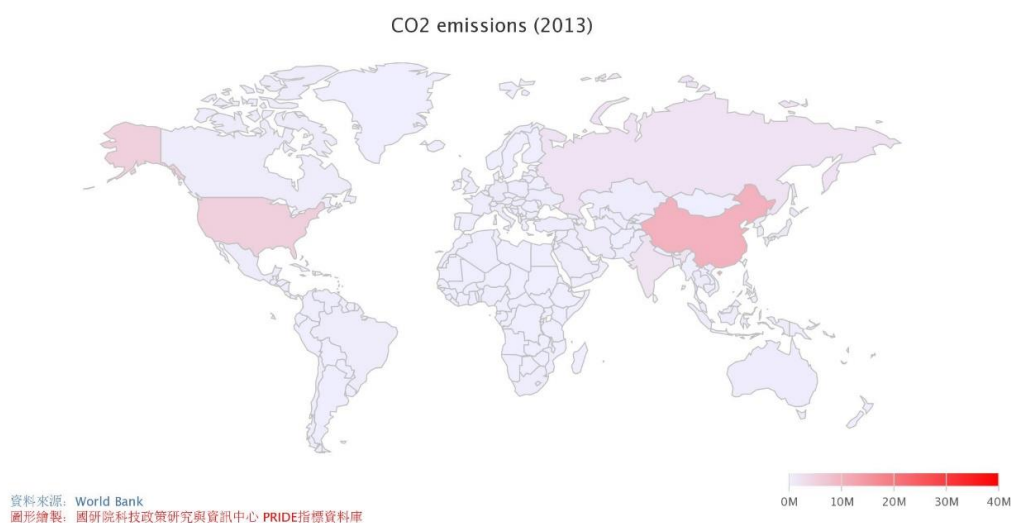
你也許聽過「因挨餓而骨瘦如柴的北極熊」、「南北極冰帽融化」，又或是「地球只剩下 12 年」，諸如此類的話在西元 2000 年後更是如雨後春筍般地出現。隨著全球經濟迅速發展及各國工業化程度越來越高，使得各國 GDP 迅速成長，然而伴隨著一個噩耗，全球二氧化碳排放量也逐年攀升，如圖一所示：



圖一、1971 年至 2013 年全球二氧化碳總排放量

系統編號：WB10205-0177

由圖一可以發現，自 1971 年開始到 2013 年間，全球二氧化碳排放量不斷上升，尤其 2000 年過後，隨著世界大國—中國加快工業化發展的脚步，其所排放的二氧化碳也逐年遞增，使得全球二氧化碳排放量在 2002 年至今相較於其他時段上升的幅度更加劇烈，由圖二亦可發現：



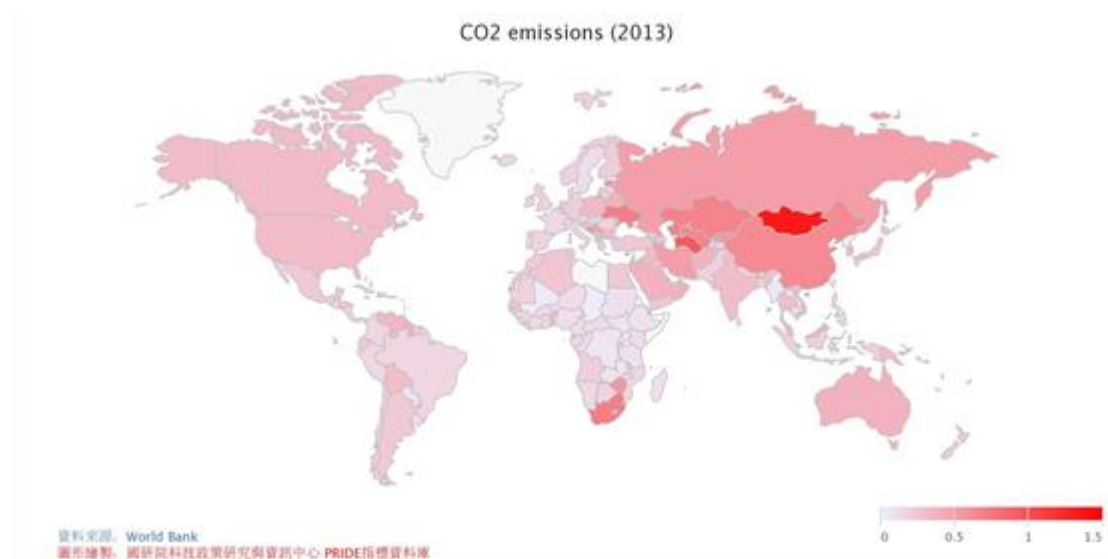
圖二、2013 年世界各國二氧化碳總排放量

系統編號：WB10205-0177

## 2018「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

以 2013 年全球各國二氧化碳排放總量來看，中國為二氧化碳總排放量最多之國家，本文判斷主要的原因是由於中國人口為世界第一大國外，其工業生產主要是以煤炭為驅動力，中國的能源需求約有三分之二是仰賴煤炭，加上煤炭產生每單位能源所排放的二氧化碳比石油及天然氣來的更多，雙重原因造成中國在二氧化碳排放量穩居全球第一。

然而，以二氧化碳排放總量的方式將中國定為「二氧化碳排放的最大元兇」之罪名似乎過於草率，多數人會認為「人口越多所排放的二氧化碳理當較多」或「GDP 為國家帶來的正面影響勝過排放二氧化碳帶來負面影響」，因此本文接著探討世界各國每單位 GDP 的二氧化碳排放量，也就是當一國創造一單位的 GDP，同時會排放多少單位的二氧化碳，直觀來看也就是誰對環境較友善或誰生成的 GDP 較乾淨，如圖三所示：



圖三、2013 年世界各國每單位 GDP 的二氧化碳排放量

系統編號：WB10402-2750

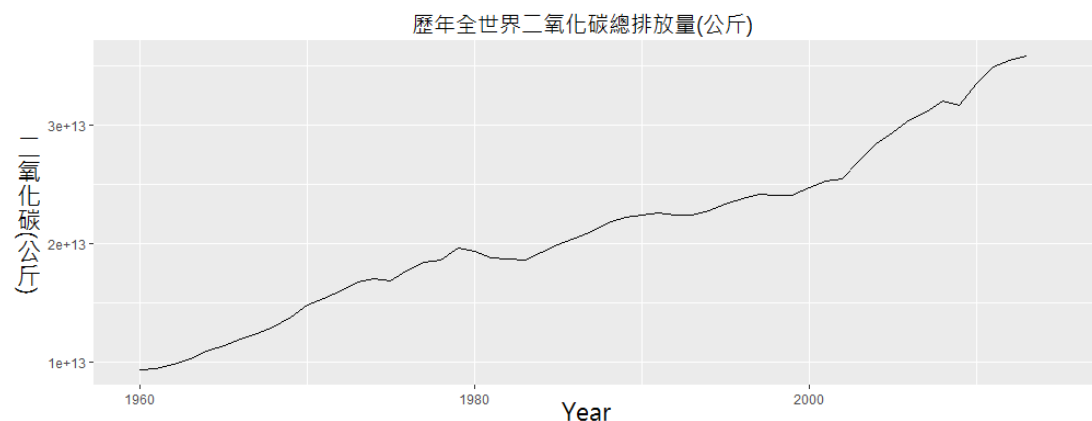
以 2013 年世界各國每單位 GDP 的二氧化碳排放量來看，結果蒙古躍升至第一名，而原本的元凶“中國”以數據來看後退了不少名次。本文推測蒙古之所以登上龍頭寶座的原因在於其位於寒冷的高緯度，加上許多蒙古人仍住在未架設電力設備的蒙古包，大多數的家庭會利用爐子燒取煤炭或木柴取暖，甚至有些家庭由於較貧困燒取塑膠等垃圾，造成蒙古空污十分嚴重，也排放了許多二氧化碳，然而這樣的舉動使蒙古在增加少量的 GDP 下卻生成大量的二氧化碳，造成蒙古在每單位 GDP 的二氧化碳排放量高於世界各國。

## 二、全球經濟發展與二氧化碳排放量

在此節本文探討自 1960 年至 2013 年各項指標的數據結果。

### (一)、哇！看起來怎麼越來越髒？

誠如本文前面所提到的，自 1971 年至 2013 年，全球二氧化碳總排放量逐年攀升，本文將時間軸往前推，觀察自 1960 年至 2013 年全球二氧化碳總排放量亦是逐年攀升，如圖四所示：



圖四、1960 年至 2013 年全球二氧化碳總排放量

資料來源：World Bank CO2 emissions

系統編號：WB10205-0177

由圖四可以發現 1960 年至 2013 年全球二氧化碳總排放量不斷上升，然而，先前本文即提到一個概念—生成 GDP 乾淨程度，也就是去探討創造每單位 GDP 所排放的二氧化碳，似乎又會有截然不同的結果。

### (二)、咦！這樣看有越來越乾淨？

#### 1、二氧化碳平均排放量

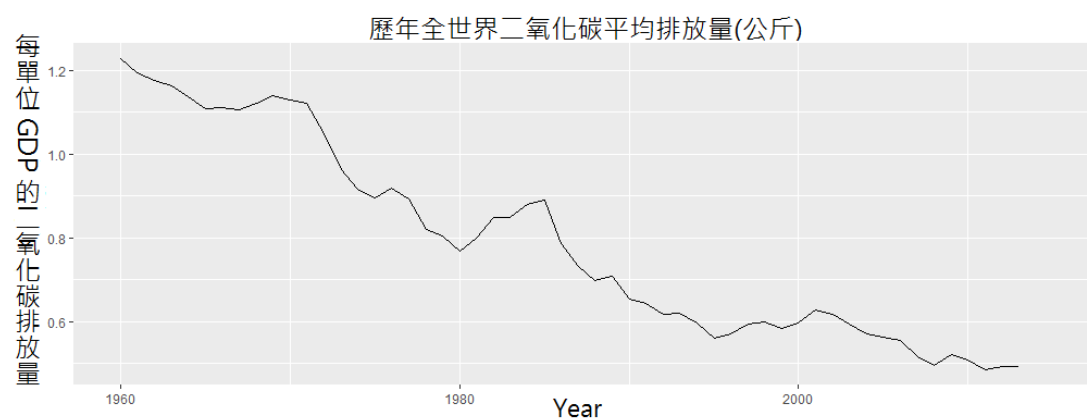
究竟什麼是二氧化碳的平均排放量<sup>1</sup>呢？它能夠代表何種訊息呢？當全球甚至一個國家在經濟成長時往往伴隨著各種污染的增加，而二氧化碳是最顯著的例子。然而，以中國的例子可以很明顯的發現，當一國人口數量眾多或一國創造的 GDP 很高時，往往其所排放的二氧化碳也會高出許多，而本文希望能夠探討 GDP 創造的過程中是否有效率及是否有辦法達到外部成本極小化，因此本文利用創造每單位 GDP 所排放的二氧化碳“GDP 的乾淨程度”進行比較，以更公平的角度探討二氧化碳排放量。

因此本文將前面全球二氧化碳總排放量改為探討平均排放量來探討，結果發

<sup>1</sup> 平均排放量=總排放量(公斤)/實質 GDP。本文所有實質 GDP 皆以美元計價，並依 2010 年為基期作調整。

## 2018「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

現其所呈現的圖形斜率與圖四恰恰相反，如圖五所示：



圖五、1960 年至 2013 年全球二氧化碳平均排放量

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

由此可知 1960 年至 2013 年間全球二氧化碳平均排放量是逐年遞減的，也就是全球每產生單位 GDP 所製造的二氧化碳隨著時間變化是減少的，然而，我們僅能夠解釋全球 GDP 上升的速度較二氧化碳排放量上升的速度更加迅速，二氧化碳污染的情況仍然是十分嚴重的。

### 2、1960 年與 2013 年世界各國二氧化碳平均排放量有什麼不同呢？

圖六為 1960 年與 2013 年世界各國二氧化碳平均排放量的分布圖，橫軸為人均實質 GDP(以 2010 年為基期，單位為美元)，縱軸為每單位 GDP 的二氧化碳平均排放量(單位為公斤)，圓圈大小代表該國實質 GDP 總量大小。

從圖形中可以發現，1960 年代世界各國的 GDP、人均 GDP 皆較低，且隨著人均 GDP 的增加，二氧化碳平均排放量呈現增加的趨勢，表示在國家經濟及人均產值提升的同時，伴隨著汙染及外部成本的增加；然而與 1960 年相比，2013 年世界各國的 GDP、人均 GDP 皆較高，且隨著人均 GDP 的增加，二氧化碳平均排放量呈現減少的趨勢，顯示國家經濟持續成長的同時，平均來看每單位 GDP 產出較 1960 年乾淨。

當本文進一步比較 1960 年與 2013 年的趨勢線<sup>2</sup>，發現趨勢線往右下方移動，

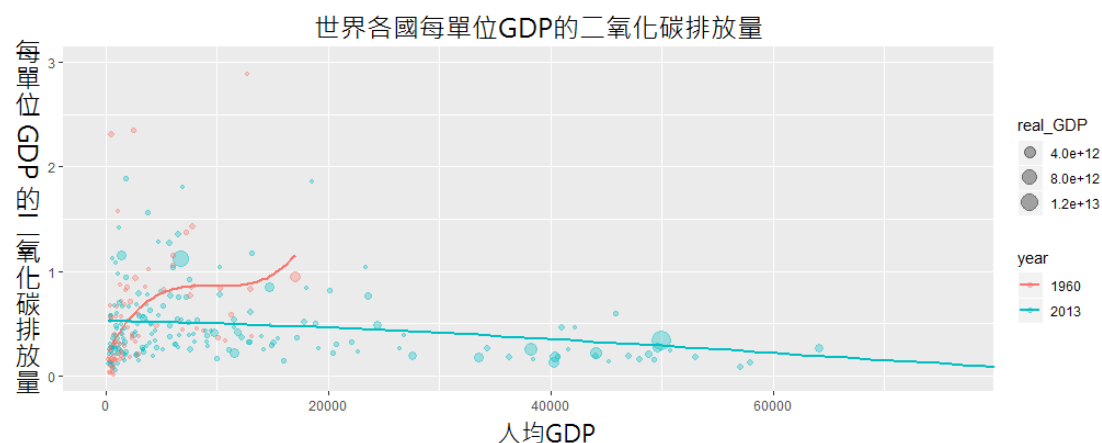
<sup>2</sup> 此處的趨勢線，即環境顧志耐曲線。過去對於人均所得與污染排放的關係有許多研究。

Douglas floltz-Eakin、Thomas M. Selden(1992)在”Stoking the fires?CO2 emissions and economic

## 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

代表整體而言二氧化碳平均排放量減少，也就是創造的 GDP 是愈來愈乾淨的。

然而二氧化碳的排放真的達到效率了嗎？其實不然，遲至 2013 年，本文發現平均排放量的分布圖仍是分散的，各地區二氧化碳平均排放量具有很高的異質性，大家可以想像一下，如果我們將各個國家比擬為一座座大小不一的工廠，工廠大小為其產值，那麼至今仍有很多差又小的工廠，排放著濃濃的黑煙。



圖六、世界各國每單位 GDP 的二氧化碳排放量

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP

deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量

系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

### 3、比較各年隨人均 GDP 變化，每單位 GDP 的二氧化碳排放量如何變動

如果我們再更細緻的觀察每年的趨勢線，可以更深度明白趨勢線變化背後所隱含的世界情勢。圖七、八、九、十、十一分別是「1960年-1969年」、「1970年-1979年」、「1980年-1989年」、「1990年-1999年」及「2000年-2013年」的二氧化碳平均排放量趨勢線。

在 1960 年至 1969 年間，平均來看當一個國家經濟突飛猛進，它的二氧化碳平均排放量勢必也會跟著巨幅增加。本文認為從國家發展方向來看，延續二戰前的風氣，一個國家要富裕必須透過現代化、工業化迅速積累資本，再創造出更大產值。早期工業大國，例如美國或是戰後復甦的歐洲列強，經歷過自十八世紀以來的工業革命，因此位在高人均 GDP 且高平均二氧化碳排放量的落點。

---

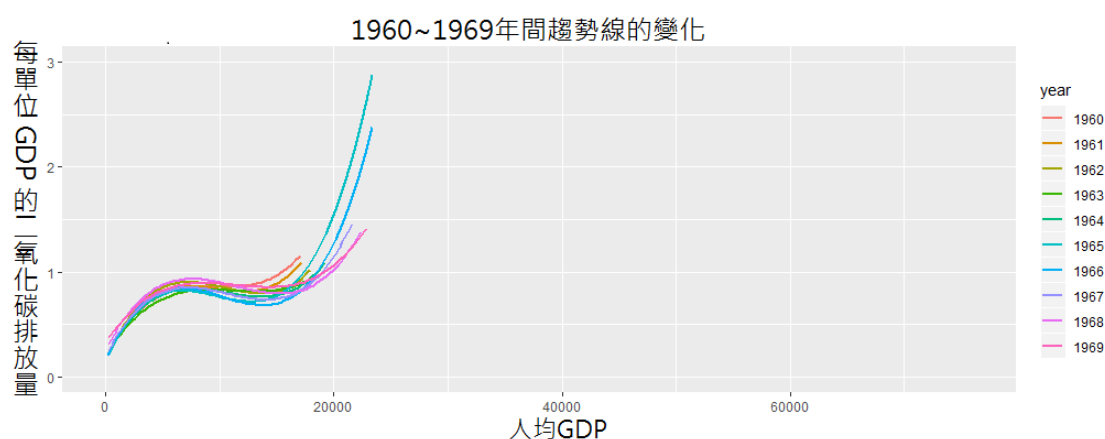
growth”指出當經濟發展增加，邊際二氧化碳的排放量會降低。楊嘉倫(2008)在”二氧化碳排放量與經濟成長之關聯性”提到人均所得與人均二氧化碳排放量大致能分為三種型態，雖然此文以人均排放量作為指標，與本文有些許相異，然而對於GDP與二氧化碳關聯性的想法卻是相同的。



## 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

而後起之後如日本，戰後產業方針便是讓農業、農村成為重化工業的從屬，積極積累資本。<sup>3</sup>無獨有偶的台灣與中國也利用相似的手段來達到工業資本的積累。台灣透過「肥料換穀」政策將農業的利益作移轉，透過政府獨佔肥料以不對等的交換掠奪農業利潤，再將其投資到工業。而在中國大陸，中共政府雖然標榜著照顧農工階層，但透過統購統銷政策，以低於市價的價格從農民手中取得糧食，並再投資到工業。<sup>4</sup>

而由於早期國家發展工業的過程中較沒有現在進步，因此在 GDP 成長的同時，所排放的二氧化碳亦會較現在來的更多。



圖七、1960~1969 年間全球趨勢線的變化

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

時間拉到 1980 年代前後，整體趨勢線有很大的改變，從向上的曲線，轉變為倒 U 曲線，相較於 1960 年代，二氧化碳的排放有很明顯結構性的改變，代表著平均而言，在國家發展前期，經濟成長伴隨著污染的增加，但當經濟規模達到一定的水準，經濟成長便不再倚賴高污染的產出，使得二氧化碳平均排放量降低。本文認為處在高人均 GDP 的國家，民眾對於環境議題愈發重視，因此有限制的讓國家無法繼續透過高污染工業帶動 GDP 成長。

而從產業方面來看，一方面透過立法調整產業方針，如日本於 1970 年代末

<sup>3</sup> 林直道著，色文譯(1995)。《現代日本經濟》。北京：北京大學。

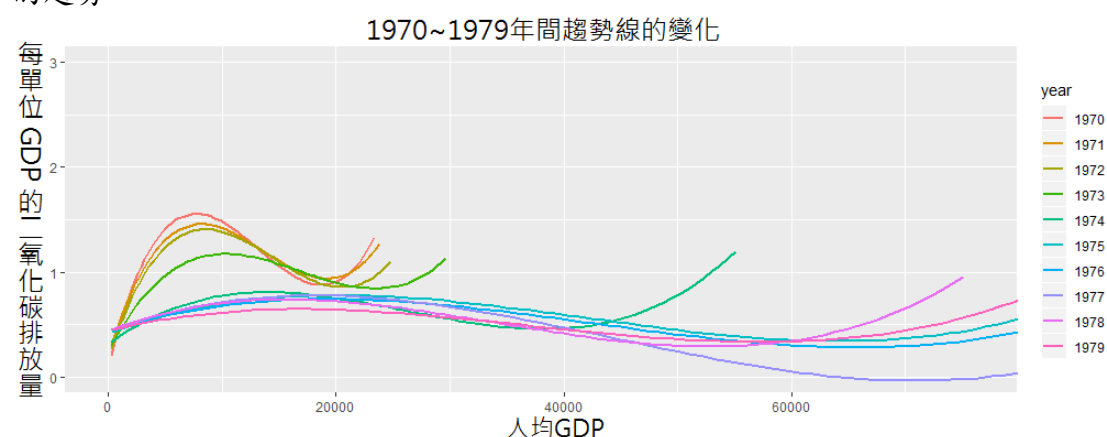
<sup>4</sup> 柯志明(1988)。原始積累、平等與工業化—以社會主義中國與資本主義台灣為案例之分析。《台灣社會研究季刊》1 卷 1 期 (1988/02/01)，11-51。

## 2018「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

期立法縮小高耗能產業的產能，並致力於改善產業結構，以達到節約能源的目的。<sup>5</sup>另一方面透過產業移轉，如台灣早期由於擁有低廉的勞動力，加上人民環保意識較薄弱，因此承接了需多從美國、日本等國家移轉來的重工業，並創造出台灣經濟奇蹟。

國際情勢也開始聚焦在環境議題方面，聯合國於1983年決議成立世界環境與發展委員會，致力於永續發展，並於1987年發表布蘭德報告書「我們共同的未來」，強調環境政策，1992年5月，聯合國通過「氣候變化綱要公約」，並於6月在巴西里約舉行「地球高峰會議」，簽署「氣候變化綱要公約」，原則性管制二氧化碳的排放，並在1994年於日本京都簽訂「京都議定書」。<sup>6</sup>

種種的因素影響著全球二氧化碳排放量，使得各個國家在發展的過程中不得不重視環境污染，這也是之所以圖八、九及十的圖形隨著時間變化而有截然不同的趨勢。



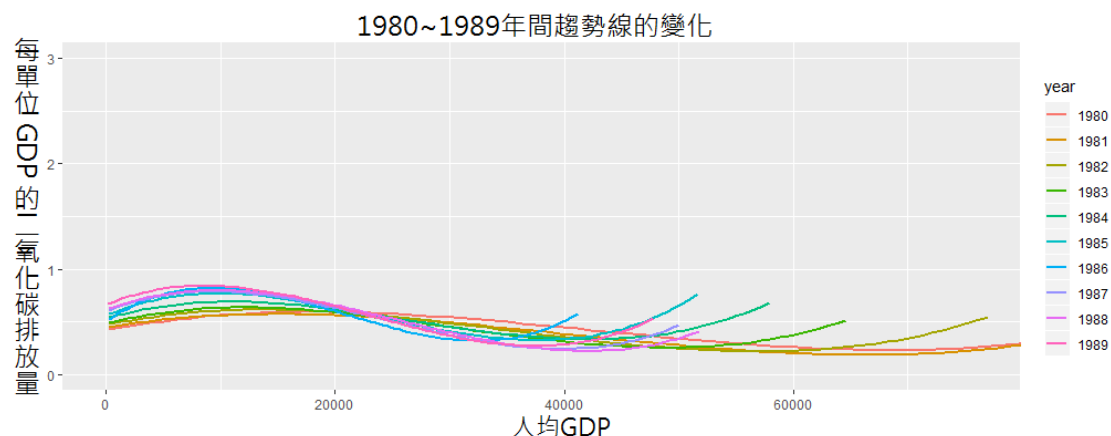
圖八、1970~1979年間全球趨勢線的變化

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

<sup>5</sup> 王塗發。調整產業結構以抑制二氧化碳排放。上網日期：2018年10月27日，取自：<http://www.taiwanwatch.org.tw/issue/nuclear/news-01/87051610.htm>。

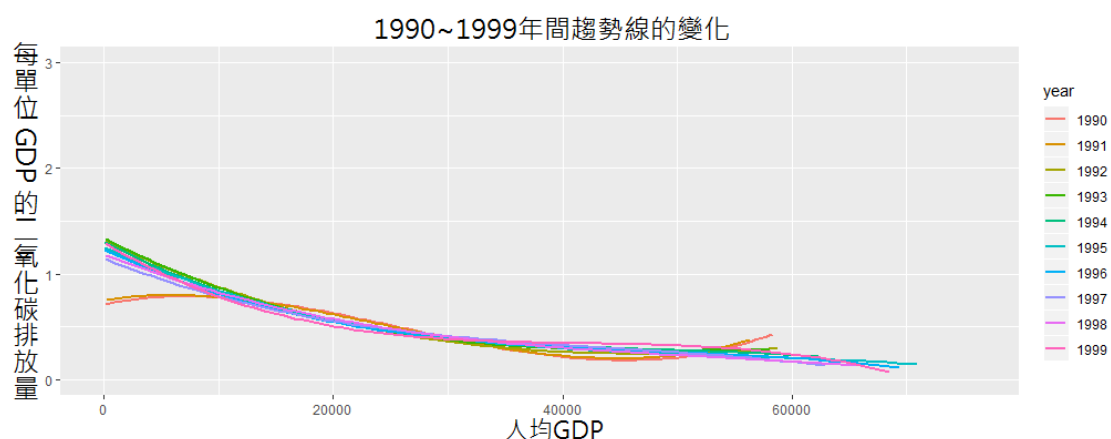
<sup>6</sup> 王塗發。調整產業結構以抑制二氧化碳排放。





圖九、1980~1989 年間全球趨勢線的變化

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311



圖十 1990~1999 年間全球趨勢線的變化

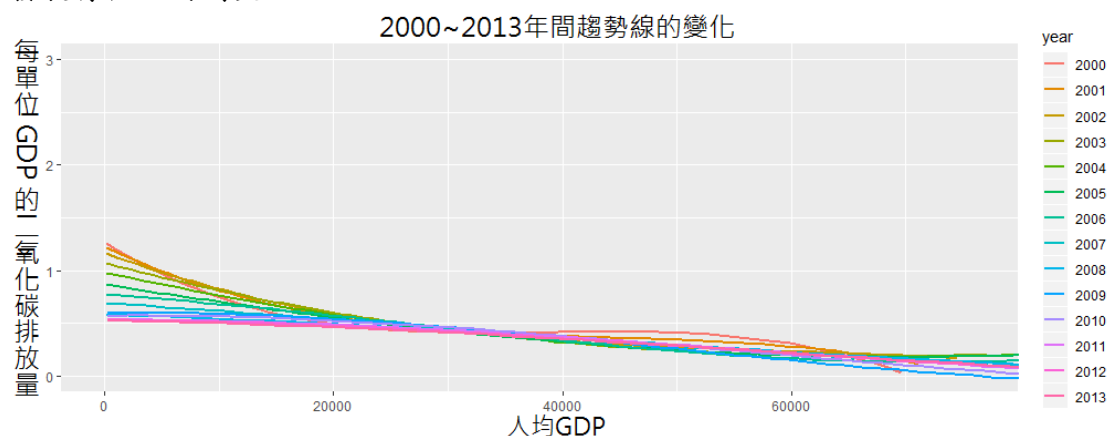
資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

最後，來到二十一世紀，國家的分布呈現兩種趨勢，以低度開發的國家來看，二氧化碳平均排放量有很大的浮動，範圍廣至從平均每單位 GDP 排放 0.5 公斤到 1.2 公斤的二氧化碳都有，而隨著人均 GDP 的增加，趨勢線愈發收斂，且二氧化碳平均排放量呈現下降的趨勢。

如果我們將環境議題比擬為賽跑，早期的工業大國在其工業化時製造出大量

## 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

廢氣，但也因此在這賽跑上搶得先機，借助初始的優勢，仍能維持經濟發展與降低二氧化碳平均排放；中期工業國家，趁著環境議題尚未成為國際焦點，以一個短時程的工業化速度，衝破桎梏，進到高人均 GDP 且低平均二氧化碳排放的曲線；然而至今落後的國家急於發展經濟、擺脫貧窮，卻與先進國家所提倡的永續發展有很大的衝突。



圖十一、2000~2013 年間全球趨勢線的變化

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量—總排放量系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

### 三、超級比一比—依國家發展程度比較

前面章節為不同年代的橫斷面資料分析，然而從 1960 年至 2013 年個別國家又是如何發展的呢？以下我們分別就不同類別的國家做分組介紹。

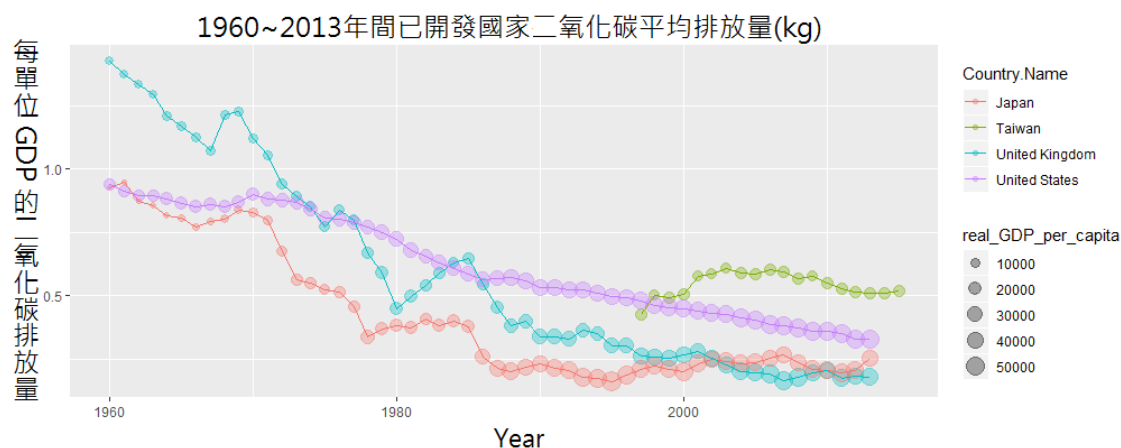
#### (一)、已開發國家

圖十二為美國、英國、日本及台灣平均二氧化碳排放量的時間序列資料。

本文發現屬於已開發國家的美國、英國和日本，從 1960 年代開始二氧化碳平均排放量便呈現下降趨勢，其原因可能是自二十世紀開始，隨著內燃機的發明，石油逐漸取代原本較高污染的煤炭，使得總體排放量增加但平均排放量有減少的趨勢。此外，在 1969 年與 1980 年代初期，由於兩次石油危機，造成全球經濟產值衰退，故平均排放量有趨於高峰。

然而觀察台灣的在圖上的趨勢變化，由於資料上的限制無法一窺全貌，但從 2000 年開始平均排放量無減少趨勢，其水準約與 1986 年的英國及 1972 年的日本相同，且在 2013 年時，平均排放量約為日本的 5 倍。

## 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿



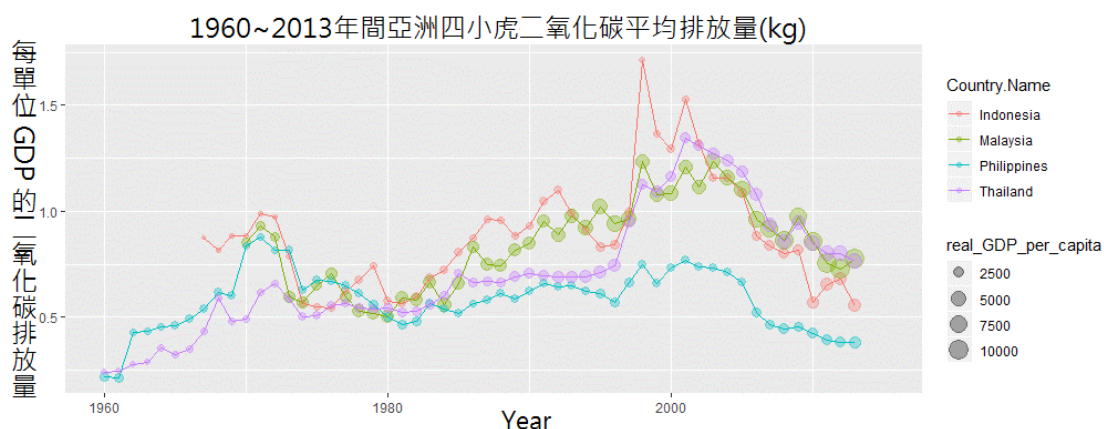
圖十二、1960~2013 年間已開發國家二氧化碳平均排放量

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量—總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

### (二)、亞洲四小虎

圖十三為印尼、馬來西亞、菲律賓及泰國二氧化碳平均排放量的時間序列資料。

從圖形來看，雖然各國的幅度不盡相同，但皆是從 1980 年代開始二氧化碳平均排放量逐步攀高，亞洲四小虎大約在 1990 年代時，經濟成長如同 1980 年代亞洲四小龍一般突飛猛進，同時平均排放量大約是在 2000 年時達到高峰，其水準大約與 1960 年的美國、英國差不多，且在此之後逐漸下降。



圖十三、1960~2013 年間亞洲四小虎平均二氧化碳排放量

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita

## 2018「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238

### (三)、金磚四國

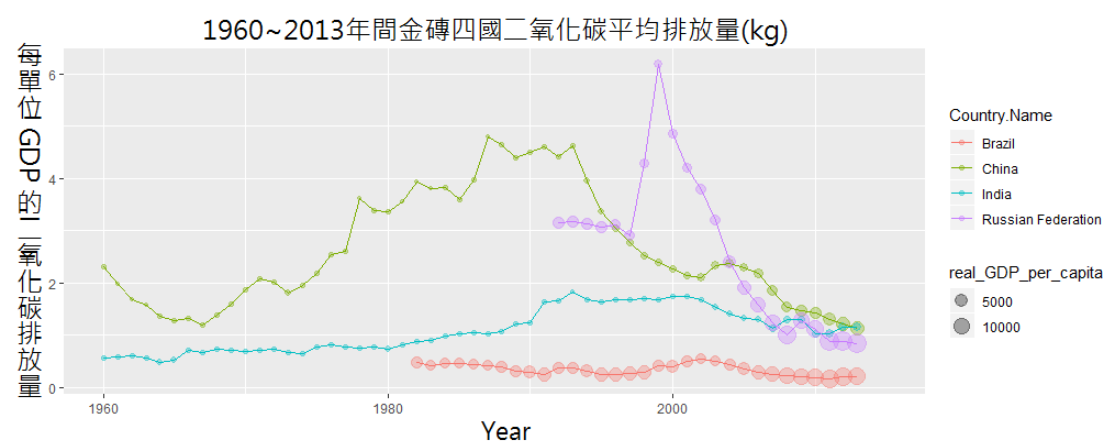
圖十四為巴西、中國、印度以及俄羅斯二氧化碳平均排放量的時間序列資料。

由於俄羅斯前身為蘇聯，其資料不齊且無法確認真實性，因此 2000 年以前的資料很難有系統性的解釋，而自 2000 年後，其平均排放量呈現下降趨勢。

而巴西從 1980 年代開始都是處在低平均排放量水準，其原因應與俄羅斯相似，同樣屬於原物料出口大國，分別出產「農產品、礦物」和「石油、天然氣」。

印度方面從 1985 年開始有些微上升的趨勢，但實際在人均 GDP 的表現上並無明顯的改變。

中國則與印度在不同時期呈現倒 U 曲線，從 1970 年代後，由於中國改革開放，使得其二氧化碳平均排放量大幅上升，而自 1990 年代開始，平均排放量迅速下降，代表中國的能源使用效率提高。



圖十四、1960~2013 年間金磚四國二氧化碳平均排放量

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita

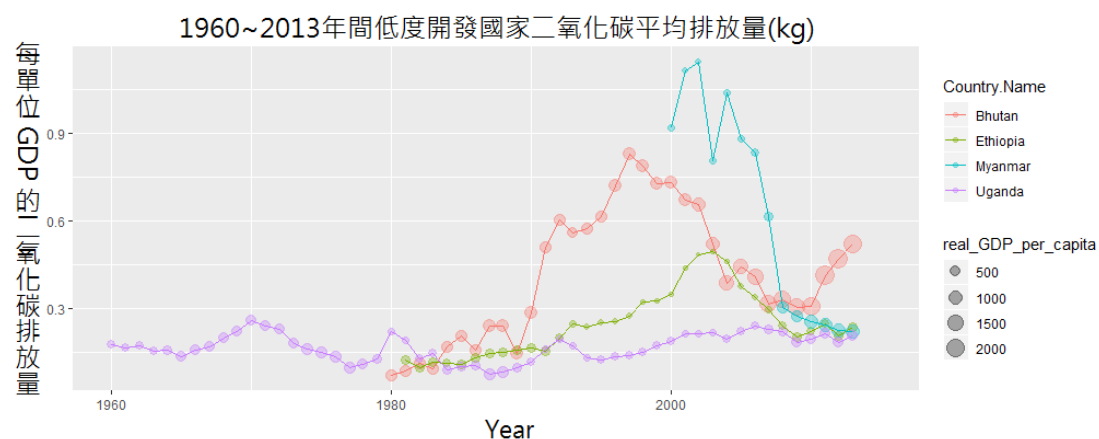
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238

### (四)、低度開發國家

圖十五為不丹、伊索比亞、緬甸及烏干達二氧化碳平均排放量的時間序列資料。

整體來看，未開發國家大多落在圖形的左側，經濟成長與二氧化碳平均排放量關係較小。以不丹來看，雖然人均 GDP 不高，但由於以畜牧業為主的產業結構，導致它的平均排放量高於許多開發國家。以緬甸而言，從 1988 年推動計畫經濟

改革，然而成效不佳，至今其工業仍處在初步階段。<sup>7</sup>



圖十五、1960~2013 年間低度開發國家二氧化碳平均排放量

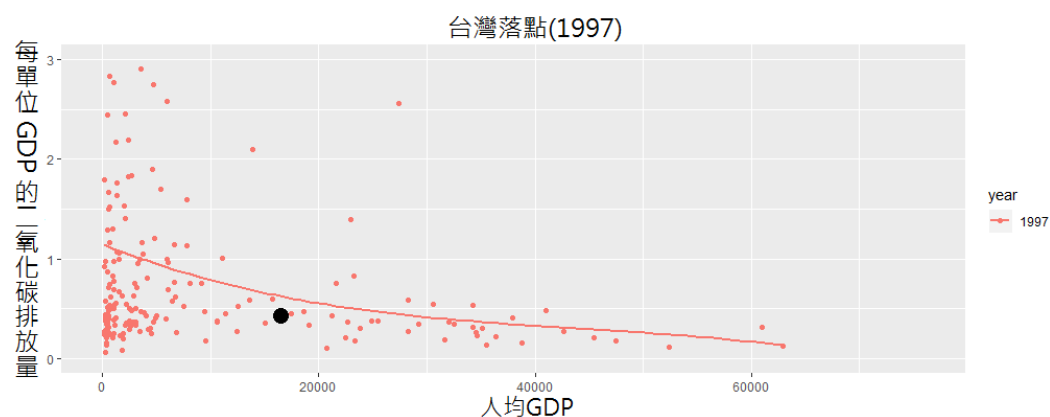
資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita

系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238

#### 四、台灣在發展過程的落點

接著本文探討台灣在過去發展過程中與全球二氧化碳平均排放量趨勢線之間的關係，圖十六中負斜率的曲線為 1997 年全球人均 GDP 與二氧化碳平均排放量之趨勢線，圖上的點各代表一個國家，而黑點則為台灣之落點。

由圖十六可以發現，台灣位於 1997 年全球趨勢線以下，若與同樣人均 GDP 之下的其他國家相比，台灣的二氧化碳排放量較平均少，而若與同樣二氧化碳平均排放量之下的其他國家相比，台灣的人均 GDP 亦是低於其他國家，本文判斷由於 1997 年為亞洲金融風暴，台灣經濟多少受到影響，可能是人均 GDP 表現不佳的原因之一。



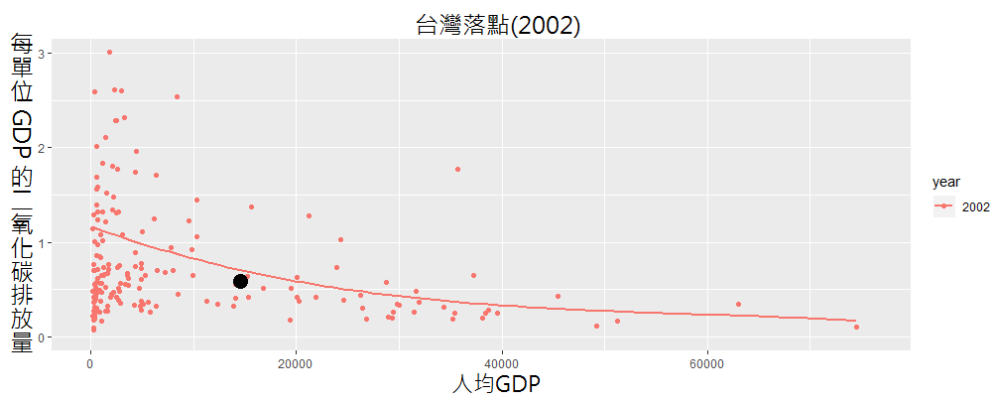
<sup>7</sup> 范宏偉(2008)。緬甸工業化及其政策初探。亞太經濟2008年第5期。

## 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

圖十六、1997 年間台灣二氧化碳平均排放量落點

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

而由圖十七可以發現，台灣位於 2002 年全球趨勢線以下，但與 1997 年相比有往左上方移動的趨勢，也就是台灣不僅在人均 GDP 有減少的情況，甚至在二氧化碳排放量也有上升的情形出現，本文則推測由於受到資訊產業泡沫化影響，外人投資台灣金額巨幅下降，造成台灣人均 GDP 有減少的情況發生，加上自 1997 年台灣產業發展逐漸轉變為能源密集工業，對二氧化碳排放量的影響只增不減，二氧化碳增加與人均 GDP 的減少，造成台灣二氧化碳平均排放量增加。



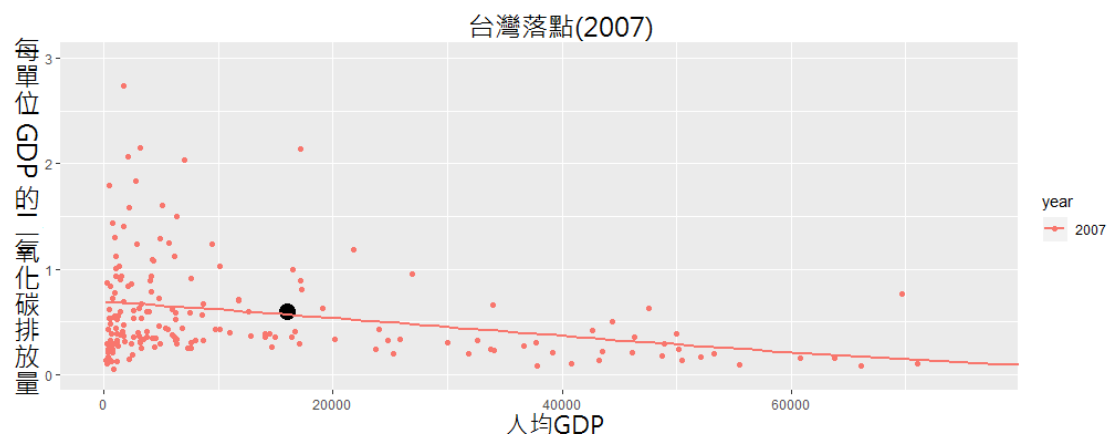
圖十七、2002 年間台灣二氧化碳平均排放量落點

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量－總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

而由圖十八本文發現，台灣在 2007 年位於全球趨勢線上，代表台灣與全球平均情況相同，本文亦發現與 2002 年相比在二氧化碳平均排放量並沒有太大的差異，然而在人均 GDP 的表現上，相較 2002 年台灣有增加的趨勢，本文推測這也是台灣在 2007 年之所以會落在全球趨勢線上的主要原因。



## 2018 「Win the PRIDE：用指標說故事」競賽文稿

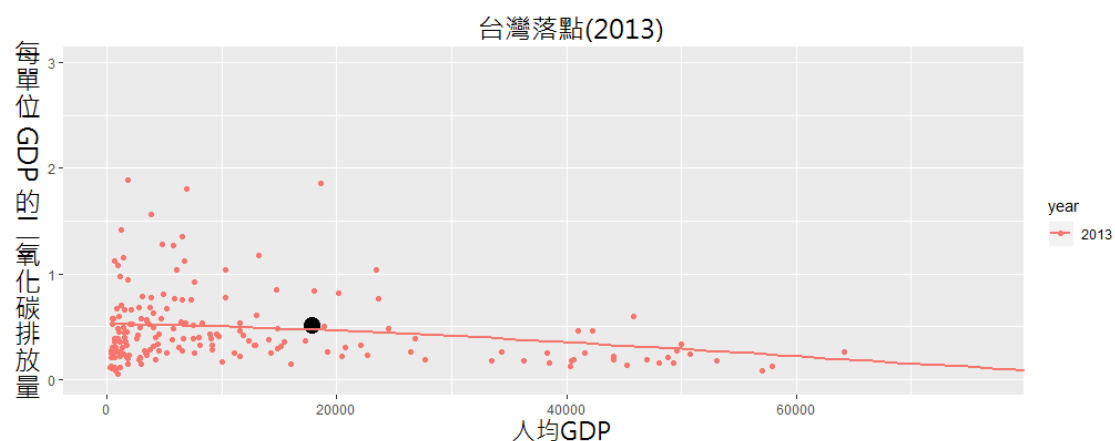


圖十八、2007年間台灣二氧化碳平均排放量落點

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量—總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

由圖十九顯示，台灣在2013年仍落在全球趨勢線上，且相較於2007年人均GDP有增加的情形發生，在二氧化碳平均排放量也有減少的趨勢。

而從1997至2013的全球趨勢線亦發現其隨著時間有逐漸下移的趨勢，本文推測由於世界各國開始重視全球暖化的議題，全球皆致力於減少二氧化碳的排放，因此2013年全球趨勢線與他年相比有下移及趨緩的現象。



圖十九、2013年間台灣二氧化碳平均排放量落點

資料來源：World Bank CO2 emissions、World Bank GDP、World Bank GDP deflator、World Bank GDP per capita、經濟部能源局二氧化碳排放量—總排放量  
系統編號：WB10205-0177、WB10205-0184、WB10303-0431、WB10205-0238、BE10311-0311

## 五、結論

遲至今日，二氧化碳仍是相當重要的環境議題，如何在環境保護與經濟發展中取得平衡，是當今社會必須共同努力的。

本文分析過去 5、60 年的歷史資料，發現二氧化碳整體排放量是呈現持續上升的趨勢，這是我們不樂於見到的，代表著我們經濟活動所產生的外部成本仍不斷對這個地球環境施加壓力；然而，值得欣慰的是，本文同時發現平均二氧化碳排放量呈現下降的趨勢，這是一個好的結果，代表著經濟發展與環境保護中柏瑞圖改善的可能性。然而我們並不僅滿足與此，我們不但希望平均排放量降低，也希望整體排放量的上升曲線變平緩，甚至假以時日出現減少的可能。

為了達到這個目標，本文檢視了全世界各國在平均二氧化碳排放的分布，發現到了 2013 年平均排放量在跨國家存在著相當高的異質性，表示仍然有相當高比例的國家生產較高外部成本的 GDP。

此外，分析不同年代平均排放量與人均 GDP 的趨勢線，發現大致從 1970 年代開始，開發程度較高的國家透過技術革新或產業結構改變，逐步地降低二氧化碳平均排放量。然而，世界也在此時出現兩極化的現象，早期工業大國以及後進的新興工業國家，憑藉著其經濟、技術優勢，透過擴大其 GDP 產值，進而達到經濟發展與降低平均排放量的目標。開發程度較低的國家面前則彷彿有座看不見的牆，在達到某個經濟門檻之前，勢必經歷工業化與現代化，並大幅增加其平均排放量，卻與現今環境議題相違背。

然而，本文在分析不同國家發展進程中，發現隨著時代的演進，跨過讓二氧化碳平均排放量降低的經濟門檻時間是縮短的，早期英國、美國歷經一、兩百年才突破，二十世紀中期的台灣、中國卻只透過數十年便克服，有大幅的進步。

最後，本文認為未來在降低二氧化碳排放量的方向中，有兩部分是值得努力的。第一，持續在生產技術與降低排放技術中革新，先進國家應該成為領頭羊，讓全球二氧化碳平均排放量之趨勢線持續向右下方移動。第二，技術的分享，已開發國家應該協助未開發或開發中國家更快速的跨越標準的經濟門檻，甚至是可以跳過平均排放量增加的階段，讓 GDP 的成產達到最高效率，最終達到經濟發展與減少二氧化碳排放量雙贏的局面。

參考文獻

1. Douglas floltz-Eakin、Thomas M. Selden(1992), Stoking the fires ? CO2 emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, vol. 57, p 85-101, North-Holland Pub. Co.
2. 楊嘉倫(2008)。二氧化碳排放量與經濟成長之關聯性。中興大學經濟研究所碩士學位論文。
3. 林直道著，色文譯(1995)。現代日本經濟。北京：北京大學。
4. 柯志明(1988)。原始積累、平等與工業化—以社會主義中國與資本主義台灣為案例之分析。台灣社會研究季刊 1 卷 1 期 (1988/02/01)，11-51。
5. 王塗發。調整產業結構以抑制二氧化碳排放。上網日期：2018 年 10 月 27 日，取自：<http://www.taiwanwatch.org.tw/issue/nuclear/news-01/87051610.htm>。
6. 范宏偉(2008)。緬甸工業化及其政策初探。亞太經濟 2008 年第 5 期。